

Characteristics of Tongue Pressures Based on Swallowing Tasks in Korean Healthy Older Adults

Seong Hee Choi^{1,4}, HyangHee Kim^{2,3}, Chul-Hee Choi^{1,4}, Hae Ni Seo⁴, Chae Rim Park⁴

¹Department of Audiology & Speech-Language Pathology, Research Institute of Biomimetic Sensory Control, and Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea

²Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University, Seoul, Korea

³Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

⁴Graduate School of Daegu Catholic University, Daegu, Korea

삼킴 과제에 따른 한국 노년층의 혀압력 특성

최성희^{1,4} · 김향희^{2,3} · 최철희^{1,4} · 서해니⁴ · 박채림⁴

대구가톨릭대학교 바이오메디칼 언어청각치료학과, 생체모방감각제어연구소, 가톨릭 청각음성언어센터¹, 연세대학교 의과대학 언어병리학협동과정², 재활의학교실 및 재활의학연구소³, 대구가톨릭대학교 대학원 언어청각치료학과⁴

Purpose: The purpose of this study was to investigate tongue pressures of the elderly as a function of oral swallowing in swallowing tasks and tongue bulb locations. **Methods:** Tongue pressures were compared between 2 locations (left vs. right) and also among 3 locations (anterior, medial, and posterior) of the tongue using the Digital Swallowing Workstation tongue bulb manometry system (KayPENTAX) in 20 young adults and 20 healthy older adults during dry swallow and 5 mL water swallow. **Results:** Swallowing pressures significantly differed by task with higher pressure in dry swallow than in 5 mL water swallow. Older adults demonstrated significantly reduced tongue pressures during dry swallow than did young adults, whereas no group differences were observed during 5 mL water swallow. While no differences were found between the left and right of the tongue in either group, significantly greater tongue pressures were noted in the anterior compared with the middle or posterior portions. Furthermore, a negative relationship between tongue pressure and the Dysphagia Handicap Index was seen in older adults during dry swallow. **Conclusion:** Age-related differences in terms of tongue pressures were evident only during dry swallow with a decline of the anterior tongue pressure amplitude. This study is significant in that it delineated the task and tongue bulb location-specific performance of swallowing in older adults.

Key Words: Swallowing, Tongue pressure, Aging.

Received: July 2, 2018 / **Revised:** July 11, 2018 / **Accepted:** July 14, 2018

Correspondence: HyangHee Kim, Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: +82-2-2228-3902 / **Fax:** +82-2-2227-7984 / **E-mail:** h.kim@yonsei.ac.kr

INTRODUCTION

삼킴장애는 신생아부터 노인에 이르기까지 모든 연령대에서 발생할 수 있으며, 다양한 선천적 기형이나 구조적 손상 및 급성기 뇌질환 및 퇴행성 질환에서 나타난다. 또한, 특정 질환이 없더라도 노화에 따른 구조적, 기능적 저하로 인하여 삼킴 문제가 발생할 수 있다.

삼킴과 관련된 해부학적 구조물 중 혀는 정상적인 삼킴 기능

에 있어서 음식덩이를 형성하고 조작, 운반하는 데 매우 중요한 역할을 한다(Fei et al., 2013). 혀는 대부분이 근육섬유로 이루어져 있으며, 삼킴 기능에 따라 삼킴 과정의 구강 및 인두 단계 모두에 영향을 주며, 혀의 강도가 적절하여야만 구인두(oro-pharyngeal) 삼킴 기능이 원활하다. 혀는 '구강' 부분과 '인두' 부분으로 나뉜다. 구강 부분의 혀는 앞으로부터 혀끝(tongue tip), 혀날(tongue blade), 혀앞(front), 혀중앙(center), 혀뒤(back)가 포함되며, 혀의 전방 부위와 혀몸(tongue body)은 삼킴의

구강 단계에서 구강 내 음식덩이를 유지하고 구강의 앞쪽에서 뒤쪽으로 음식덩이를 운반하는 역할을 한다. 인두 부분의 혀는 혀 기저부(tongue base/root)가 속하며, 삼킴의 인두 단계에서 후인두벽과 접촉을 강하게 하여 음식덩이가 구강에서 인두로 쉽게 통과할 수 있도록 압력을 형성한다(Steele et al., 2010). 액체가 입안에 들어오면 경구개와 혀 사이에 놓여지게 되고, 혀가 컵 모양을 이루며, 혀의 가장자리는 치조 양옆에 밀착된다. 구강 준비 단계에서 음식은 혀끝이 올라가 치조에 맞닿은 상태에서 혀의 정중앙과 경구개 사이에 위치하거나 혀의 앞부분에서 구강 바닥에 담기기도 한다. 구강 단계에서는 혀의 중앙선이 순차적으로 경구개에 닿으면서 음식덩이를 눌러 구강 뒤쪽으로 보내는 혀의 움직임이 일어나며 인두 삼킴이 유발될 수 있다. 음식의 점도가 높을수록 입천장에 대한 혀의 압력도 높아지게 되며(Dantas et al., 1990), 더 많은 근육 활동이 필요하다. 이처럼 혀의 움직임은 구강에서 인두강으로 음식덩이를 운반할 뿐만 아니라, 구개(palate), 구협(fauces) 및 구인두 수용기를 자극하여 인두 삼킴 단계를 촉발시키는 역할을 한다. 따라서 혀의 근력은 삼킴 기능을 평가하는 데 매우 중요한 요소이다. 삼킴 과정에서 적절한 혀의 압력을 형성하지 못하면 구강과 인두 내 잔여물이 증가되어 침습 및 흡인성 폐렴을 유발하게 된다. 이처럼 삼킴 과정에 중요한 혀의 기능은 뇌졸중이나 파킨슨병과 같은 신경학적 질환이 있는 환자나 노인층이 정상 청장년층에 비해 저하되어 있다(Kang, 2018; Kim et al., 2014; Kwon, 2009).

지금까지 혀의 근력(strength)을 평가하는 방법으로는 구강 운동(oro-motor)기능검사와 같은 주관적 검사 방법이 가장 많이 사용되고 있다. Clark et al.(2003)은 뇌혈관 질환, 위장 질환, 호흡기 질환, 두경부암, 퇴행성 질환 등을 가진 총 63명의 삼킴장애 환자를 대상으로 혀의 근력과 구강 단계의 삼킴 기능과의 관계를 연구하였으며, 구강운동검사 동안 혀의 약화를 보이는 환자들은 구강 단계 삼킴장애 위험이 높다고 보고하였다. 구강운동검사 중 혀의 근력 측정은 혀 내밀기뿐만 아니라 혀의 측면 움직임에 대한 압력이나 저항에 대한 평가도 포함하므로 혀의 기능이 구강 단계에 미치는 영향을 포괄적으로 검사할 수 있다. 그런데, 혀의 근력을 측정하기 위한 주관적인 평가는 아직까지 제대로 된 프로토콜이 마련되어 있지 않아 구강운동검사에서 혀의 근력 측정에 대한 검사자 간 신뢰도에 문제가 있을 수 있다. 주관적인 혀의 근력 평가 방법 이외에 현재 삼킴 기능을 평가하기 위한 도구로서 비디오투시조영삼킴검사(videofluoroscopic swallowing study)가 사용되고 있지만, 구강기에서 가장 중요한 역할을 하는 혀의 동적인 기능만 관찰이 가능하며, 객관적이고 정량적인 평가를 하지 못하는 제한점이 있다. 이러한 제한점을 보완하여 혀의 기능을 정량적으로 측정할 수 있는 도구로는 혀의 근력과 지구력(endurance)을 측정할 수 있

는 Iowa Oral Performance Instrument (IOPI; Blaise Medical, Hendersonville, TN, USA)와 삼킴 시 혀의 센서 위치별 압력(좌측, 우측, 전방, 중간, 후방)을 측정할 수 있는 Digital Swallowing Workstation (DSW) and Swallow Signals Lab (Model 7100; KayPENTAX, Montvale, NJ, USA)의 설압계(manometry system)가 있다. IOPI는 혀의 거상과 같은 오로지 하나의 혀 움직임만이 측정 가능하지만, 대상자가 산출할 수 있는 최대 혀압력(maximum tongue pressure)을 측정하기에 매우 민감한 방법이다. 국내에서는 Song(2014)이 국내 건강한 성인 남녀 136명을 대상으로 IOPI를 사용하여, 연령별, 성별 최대 혀, 입술 강도와 지구력을 측정하였다. 연구 결과, 최대혀압력은 중년층과 청년층 간에 유의한 차이가 없었으나, 노년층은 청년층에 비해 유의하게 낮았다. Kang et al.(2013)의 연구에서는 IOPI를 이용하여 뇌졸중 환자의 삼킴 기능 평가를 위해 혀, 볼, 입술의 강도를 측정하였으며, Lee et al.(2005)은 마비말장애 환자를 대상으로 말명료도와와의 상관성을 살펴보기 위하여 스트레인 게이지 로드셀을 사용하여 혀의 전방과 좌측 및 우측 방향으로의 혀압력 강도를 측정하였다. 국외에서는 Yoshikawa et al.(2011)이 새로 개발한 측정 도구와 IOPI 및 DSW의 3개의 별브압 측정계를 사용하여 5 mL 물 삼킴 시의 혀압력을 측정하여 새로 개발된 혀압력 측정 도구의 타당도를 살펴보았다. 현재 객관적인 평가 방법 중 가장 많이 사용하고 있는 IOPI는 DSW의 별브압 측정계에 비해 혀압력 측정 시 쉽고 간단하게 혀 전체의 압력을 측정하기에 용이하나, 다양한 혀의 센서 위치에 따른 압력을 동시에 측정하기는 어려운 단점이 있다.

기존 연구들을 살펴보면, 뇌졸중이나 두경부암, 파킨슨병과 같은 퇴행성 질환 등의 환자들을 대상으로 한 삼킴 기능 연구가 대부분이다. 노화에 따른 노년층의 삼킴 기능 저하는 매우 일반적이지만(Yamaya et al., 2001), 국내 정상 노인을 대상으로 한 삼킴 기능 연구는 매우 미흡한 편이며, 아직까지 국내 노년층의 삼킴 시 ‘혀압력’ 측정에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 DSW의 별브압 측정계를 사용하여 마른 삼킴과 5 mL 물 삼킴 과제 시 건강한 국내 청년층과 노년층의 혀의 부위에 따른 압력을 살펴봄으로써 노화에 따른 삼킴 시 혀의 압력의 변화에 대해 살펴보고 삼킴에 미치는 영향을 논의해 보고자 한다.

MATERIALS AND METHODS

연구 대상

본 연구의 대상자는 총 40명으로 건강한 노인 20명(평균 연령 71 ± 6.14 세, 연령 범위 65~85세, 남 10명, 여 10명)과 건강한 청년 20명(평균 연령 23 ± 1.31 세, 연령 범위 20~26세, 남 10명,

여 10명)이었다. 본 연구에 포함된 대상자 선정 기준은 신경학적 및 해부학적 이상 소견이 없는 자, 청력에 이상이 없는 자였다. 또한, 검사 방법을 이해하고 지시에 따를 수 있고, 인지에 이상이 없는 자로서 노인 참여자에 한하여 한국판 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination-Korean, MMSE-K)를 실시하였으며, MMSE-K 점수가 -1.0 표준편차 이상으로 전반적인 인지 기능은 정상 범위에 속하는 자만 대상으로 선정하였다(Kang, 2006).

연구 절차

검사 도구

본 연구에서는 혀압력을 측정하기 위하여 상용화된 DSW의 설압계를 사용하였다. DSW의 설압계는 13 mm 너비의 공기가 든 벌브와 압력을 잴 수 있는 변환기(transducer)로 구성되어 있으며, 벌브는 혀의 좌측, 우측을 측정할 수 있는 2 채널과 전방,

중간, 후방의 압력을 측정할 수 있는 3 채널 벌브를 사용하였다(Figure 1). 또한, 대상자가 스스로 느끼는 삼킴장애 정도를 측정하기 위하여 주관적인 평가 도구인 삼킴장애지수(Dysphagia Handicap Index, DHI)의 한국어판(Kim et al., 2014)을 실시하였다. DHI는 총 25문항으로서 신체적(physical) 9문항, 기능적(functional) 9문항, 감정적(emotional) 7문항의 세 가지 영역으로 구성되어 있으며, 각 문항은 3점 척도로서 점수가 높을수록 삼킴장애가 심한 것으로 평가된다(Kim et al., 2014).

자료 수집 및 분석

혀의 센서 위치별 압력을 측정하기 위하여 조용한 검사실에서 편안한 상태로 마른 침 삼키기와 5 mL 물 삼킴 검사를 실시하였다. 침습 및 흡인의 위험에 따른 안전을 고려하기 위하여 5 mL의 묽은 액체인 물 삼킴 검사를 실시하였다(Yoshikawa et al., 2011).

대상자는 편안하게 앉은 자세에서 머리와 몸은 곧게 세운 상

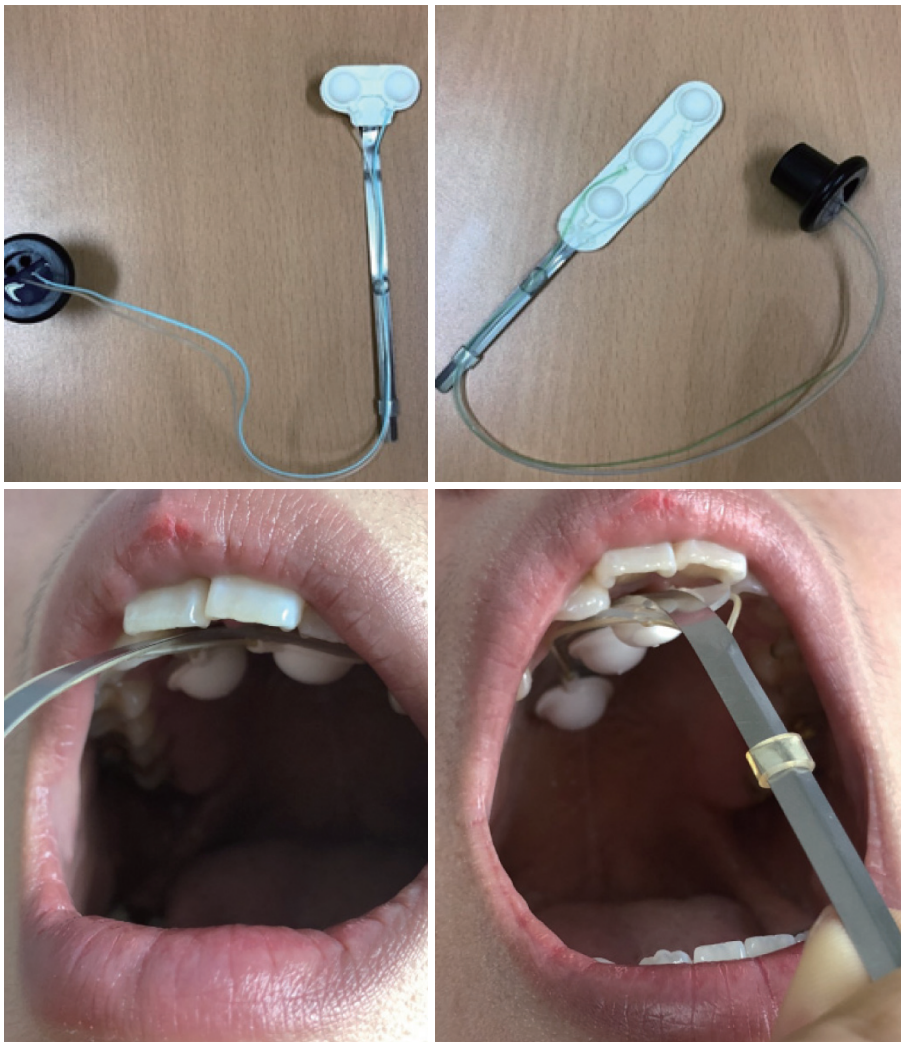


Figure 1. Tongue bulb (2 channels & 3 channels) of Digital Swallowing Workstation (Model 7120, KayPENTAX).

태로, 시선은 정면을 바라본 자세에서 삼키도록 지시하였다. 삼킴 과제는 대상자에 따라 마른 삼킴과 5 mL 물 삼킴 과제를 무작위로 실시하였다. 검사 시 혈압력은 250 Hz의 표본 추출률로 녹음하였으며, 최대강도한계치는 500 mm Hg로 조정하였다. 각각의 삼킴 과제는 본 검사에 들어가기 전, 2회 정도의 연습을 시행하였다. 본 검사에서는 1급 언어재활사 1명과 2급 언어재활사 2명이 함께 측정하였으며, 참여자의 자세와 벌브 위치를 확인하였다. 대상자의 피로도를 고려하여 한 번 측정 후 1분간의 휴식 시간을 제공하였으며, 이를 2회 더 반복하여 실시해 총 3회의 혈압력의 평균값을 데이터로 사용하였다. 먼저, 혀의 좌측, 우측 압력을 측정하기 위하여 검사자는 2 채널의 혀 벌브를 참여자의 구강 내 혀 정중고랑(medial sulcus)의 가장자리(ridge)와 경구개(hard palate)에 위치시킨 후 구개(palate)에 대향한 혀의 벌브 위치별 압력을 측정하였으며, 이때 벌브에 가

해진 압력은 mm Hg로 환산되어 LED 창에 나타나도록 하였다(Yoshikawa et al., 2011). 마른 삼킴의 경우, 노년층 대상자 중 구강 건조를 호소하는 경우, 물로 입을 한 번 행군 뒤 마른 삼킴을 하도록 지시하였다. 물 삼킴은 주사기를 사용하여 5 mL 물을 주입한 후, 대상자가 검사자의 지시에 따라 삼키도록 유도하였다. 이와 마찬가지로, 3 채널의 혀 벌브를 사용하여 벌브 정렬은 경구개의 정중선에 놓고 대상자의 경구개 전방, 중간, 후방에 위치시킨 후 전방의 벌브가 앞니 바로 뒤에 위치한 치조에 놓이도록 하였다. 전방, 중간, 후방 벌브 간 간격은 8 mm 정도로 고정되어 정렬되었고 혀-경구개 압력을 측정하였다(Todd et al., 2013). 이때 구개에 대한 혀의 벌브 위치별 압력의 진폭(amplitude)은 mm Hg로 환산되어 LED 창에 그래프로 표시되었으며, 각 벌브 위치별 waveform의 정점을 혀의 압력치로 얻어내었다(Figures 2 and 3).

Figure 2. Tongue-palate pressures (A, B) in an old normal adult in Digital Swallowing Workstation (2 channel).

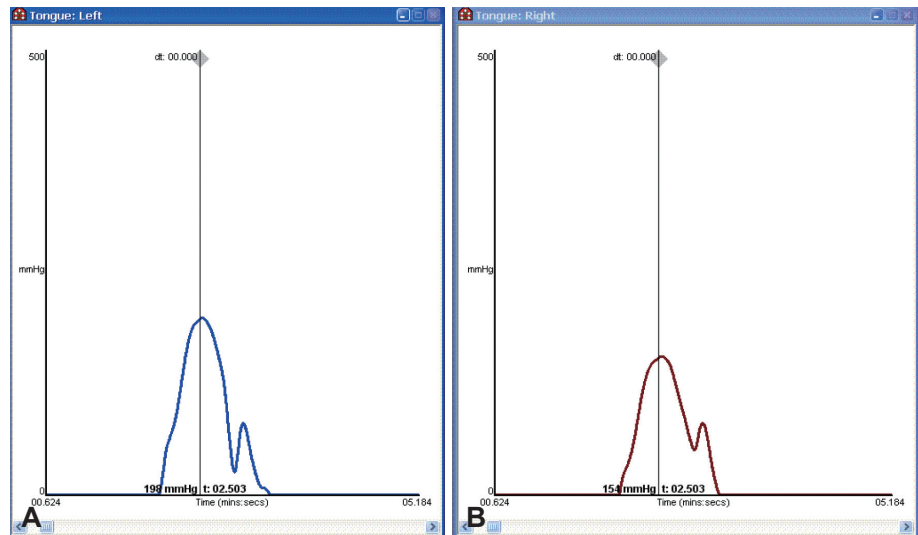
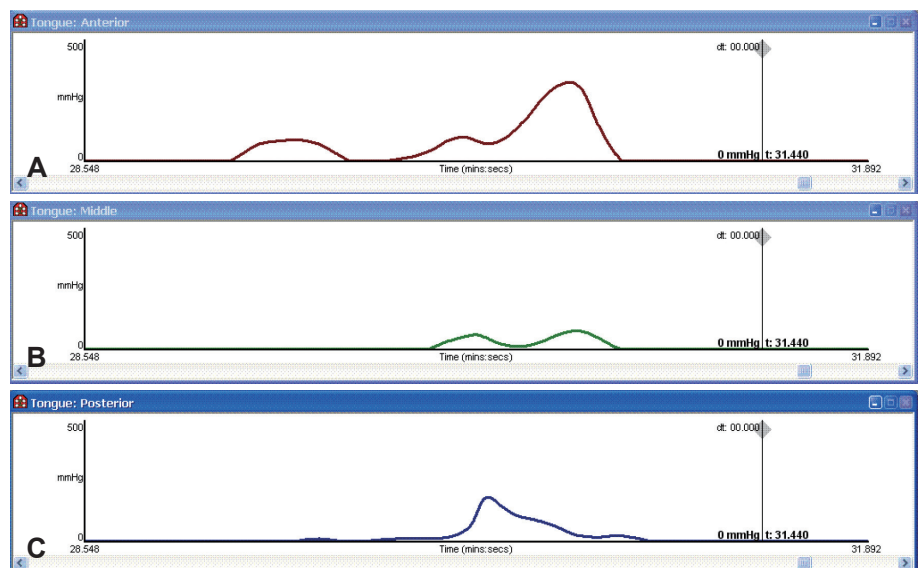


Figure 3. Tongue-palate pressures (A–C) in an old normal adult in Digital Swallowing Workstation (3 channel).



통계 분석

수집된 결과는 SPSS version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. 본 연구에서는 집단 간 독립변수인 집단(청년층, 노년층)과 집단 내 독립변수인 혀의 벌브 위치(전방, 중간, 후방)가 혀압력에 미치는 영향을 살펴 보기 위하여 반복측정 이원분산분석(two-way repeated measures)을 실시하였으며, 혀의 벌브 위치(좌측, 우측)와 삼킴 과제(마른 삼킴, 5 mL 물 삼킴)에 따른 집단 간 혀압력의 종속변수에 미치는 영향을 확인하기 위해 혼합 이원분산분석(mixed two-way ANOVA)을 각각 실시하였다.

삼킴 과제(마른 삼킴 vs. 5 mL 물 삼킴)에 따른 집단 간(청년층 vs. 노년층) 혀압력을 비교하기 위하여 각 삼킴 과제의 좌측, 우측, 전방, 중간, 후방 압력의 평균값을 사용하였으며, 통계적 유의성을 검증하였다. 노인 대상군의 경우 추가로 Pearson 상관분석을 실시하여 마른 삼킴과 물 삼킴 동안 혀의 벌브 위치에 따른 압력의 크기와 삼킴장애지수와 상관성을 확인하였다. 반복측정된 이원분산분석 시 Mauchly 구형성 가정에 위배될 경우 Greenhouse-Geisser로 수정된 자유도와 F값을 보고하였으며, 모든 통계분석은 유의수준 0.05를 기준으로 하였다.

RESULTS

삼킴 과제(마른 삼킴 vs. 5 mL 물 삼킴)에 따른 집단 간 혀압력 비교

마른 삼킴 시 청년층의 혀압력은 201.60 ± 61.08 mm Hg, 노년층은 128.44 ± 53.19 mm Hg였고, 5 mL 물 삼킴 시 청년층은 128.49 ± 47.94 mm Hg, 노년층은 124.19 ± 60.79 mm Hg였다(Table 1). 과제에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($t(77) = 2.968, p = 0.004$), 집단 간 유의한 차이를 보였으며($t(77) = -2.964, p = 0.004$) (Figure 3). 따라서, 마른 삼킴이 물 삼킴보다 더 높은 혀압력을 나타내었다. 한편, 청년층에서 마른 삼킴의 혀압력은 물 삼킴 혀압력보다 유의하게 높았으나($t(19) = 6.328, p = 0.000$), 노년층에서는 과제 간 유의한 차이를 보이지 않았다($t(19) = 0.520, p = 0.609$) (Figure 4).

Table 1. Means and SDs of tongue pressures based on swallowing tasks (dry vs. 5 mL water swallow) between young and old adults

	Young (n = 20)		Old (n = 20)		<i>P</i> -value
	(mm Hg)		(mm Hg)		
	Mean	SD	Mean	SD	
Dry swallow	201.60	61.08	128.44	53.19	0.004*
Water swallow	128.49	47.94	124.19	60.79	

* $p < 0.01$. SD: standard deviation

마른 삼킴 시 집단(청년층 vs. 노년층) 간 혀의 벌브 위치(좌측 vs. 우측)에 따른 혀압력 비교

마른 삼킴 동안 혀압력은 청년층의 좌측이 205.85 ± 91.14 mm Hg, 우측이 197.35 ± 94.18 mm Hg였고, 노년층의 좌측은 132.20 ± 79.00 mm Hg, 우측은 125.35 ± 74.36 mm Hg였다(Table 2, Figure 5).

집단과 벌브 위치에 따른 차이를 살펴보기 위하여 혼합 이원분산분석을 실시한 결과, 노년층이 청년층에 비해 마른 삼킴 시 혀압력이 좌·우측 모두에서 유의하게 낮았다($F(1, 38) = 7.460, p = 0.010$). 벌브 위치에 따른 혀압력을 살펴본 결과, 집단과 벌브 위치 간에는 유의한 상호작용이 없었으며($F(1, 38) = 0.042, p = 0.839$), 청년층과 노년층 모두 좌측이 약간 높은 경향을 보이기는 하였으나, 그 차이가 통계적으로 유의하지는 않았다($F(1, 38) = 3.607, p = 0.065$).

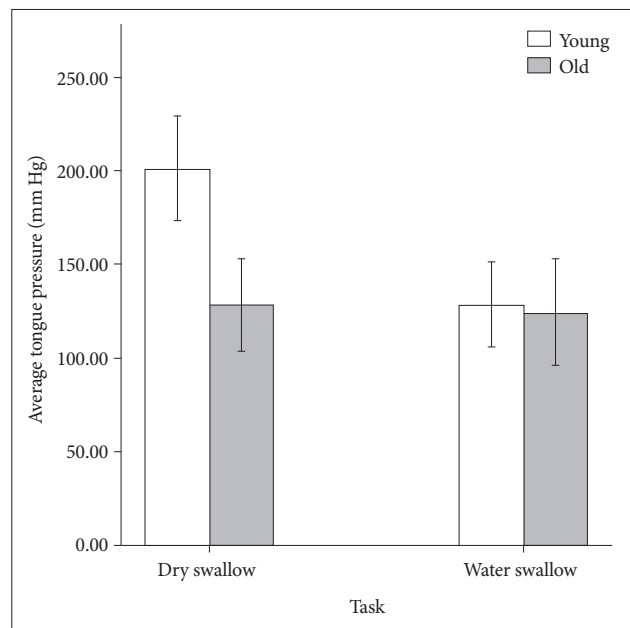


Figure 4. Tongue pressures based on swallowing tasks (dry vs. 5 mL water swallow) between young and old adults.

Table 2. Means and SDs of tongue pressures based on tongue location (left vs. right) during dry & water swallow between young and old adults

	Young (n = 20)		Old (n = 20)		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Dry (mm Hg)					0.065
Left	205.85	91.14	132.20	79.00	
Right	197.35	94.18	125.35	74.36	
Water (mm Hg)					0.068
Left	132.80	61.72	135.80	80.29	
Right	125.40	64.04	126.25	79.36	

SD: standard deviation

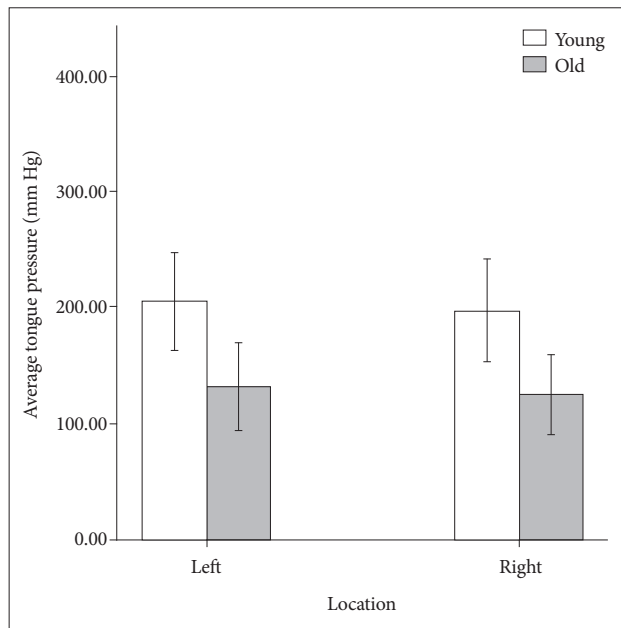


Figure 5. Tongue pressures based on tongue location (left vs. right) during dry swallow between young and old adults.

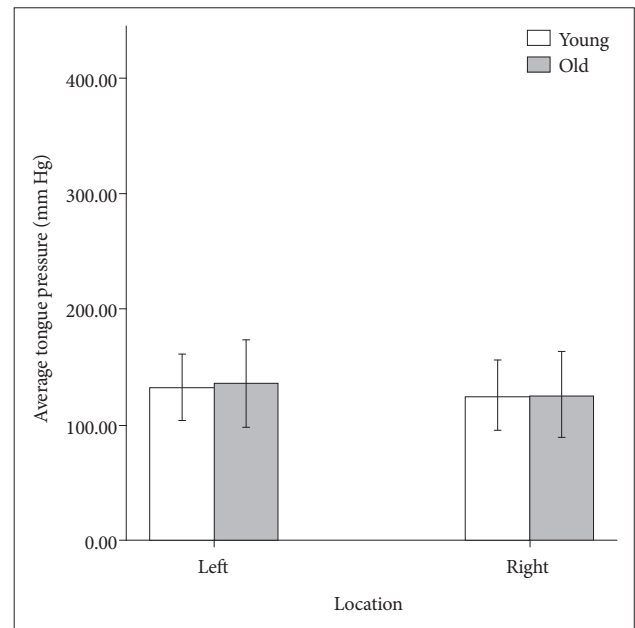


Figure 6. Tongue pressures based on tongue location (left vs. right) during 5 mL water swallow between young and old adults.

5 mL 물 삼킴 시 집단(청년층 vs. 노년층) 간 혀의 별브 위치(좌측 vs. 우측)에 따른 혀압력 크기

물 삼킴 동안 청년층의 좌측 혀압력은 132.80 ± 61.72 mm Hg, 우측 혀압력은 125.40 ± 64.04 mm Hg였고, 노년층의 좌측 혀압력은 135.80 ± 80.29 mm Hg, 우측 혀압력은 126.25 ± 79.36 mm Hg였다(Table 2, Figure 6).

집단과 별브 위치에 따른 차이를 살펴보기 위하여 혼합 이원 분산분석을 실시한 결과, 노인층과 청년층 간에 유의한 차이는 없었다[F(1, 38) = 0.007, $p = 0.932$]. 별브 위치에 따른 혀압력을 살펴본 결과, 집단과 별브 위치 간에는 유의한 상호작용이 없었으며[F(1, 38) = 0.0070, $p = 0.794$], 청년층과 노년층 모두 좌측이 약간 높은 경향성을 보였으나, 그 차이가 통계적으로 유의하지는 않았다[F(1, 38) = 4.283, $p = 0.068$].

마른 삼킴 시 집단(청년층 vs. 노년층) 간 혀의 별브 위치(전방 vs. 중간 vs. 후방)에 따른 혀압력 크기

마른 삼킴 동안 청년층의 혀의 전방 압력은 260.45 ± 79.17 mm Hg, 혀 중간 압력은 176.70 ± 111.88 mm Hg, 혀 후방 압력은 180.55 ± 72.14 mm Hg였고, 노년층의 혀 전방 압력은 133.85 ± 109.24 mm Hg, 혀 중간 압력은 132.40 ± 75.35 mm Hg, 혀 후방 압력은 122.30 ± 73.99 mm Hg였다(Table 3, Figure 7).

집단과 별브 위치에 따른 차이를 살펴보기 위하여 혼합 이원 분산분석을 실시한 결과, 집단 간 차이를 보였으며[F(1, 38) = 13.76, $p = 0.001$], 집단과 별브 위치 간 상호작용이 있었다[F(2,

Table 3. Means and SDs of tongue pressures based on tongue location (anterior vs. medial vs. posterior) during dry & water swallow between young and old adults

	Young (n = 20)		Old (n = 20)		<i>p</i> -value
	Mean	SD	Mean	SD	
Dry (mm Hg)					0.012*
Anterior	260.45	79.17	133.85	109.24	
Medial	176.70	111.88	132.40	75.35	
Posterior	180.55	72.14	122.30	73.99	
Water (mm Hg)					0.068
Anterior	145.25	69.39	124.25	72.59	
Medial	130.95	79.94	117.45	68.32	
Posterior	87.70	65.53	116.55	84.98	

* $p < 0.05$. SD: standard deviation

76) = 3.129, $p = 0.049$]. 따라서, 별브 위치(전방 vs. 중간 vs. 후방)에 따른 혀압력을 살펴보기 위하여 반복측정분산분석을 실시한 결과, 청년층은 별브 위치에 따라 혀압력에 차이를 보였으며[F(2, 38) = 4.957, $p = 0.012$], 대비검정 결과, 혀의 전방 압력은 중간($p = 0.013$)이나 후방($p = 0.021$)보다 유의하게 높았으나, 중간과 후방 간의 차이는 유의하지 않았다($p = 0.890$). 반면에, 노년층에서는 별브 위치에 따라 유의한 혀압력 차이를 보이지 않았다[F(1.488, 28.277) = 0.234, $p = 0.727$].

5 mL 물 삼킴 시 집단(청년층 vs. 노년층) 간 혀의 별브 위치(전방 vs. 중간 vs. 후방)에 따른 혀압력 크기

물 삼킴 동안 청년층의 혀의 전방 압력은 145.25 ± 69.39 mm Hg, 혀 중간 압력은 130.95 ± 79.94 mm Hg, 혀 후방 압력은

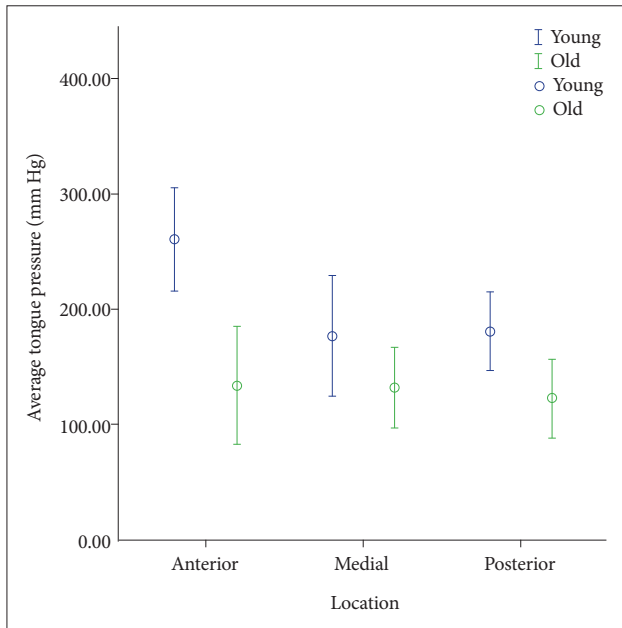


Figure 7. Tongue pressures based on tongue location (anterior vs. medial vs. posterior) during dry swallow between young and old adults.

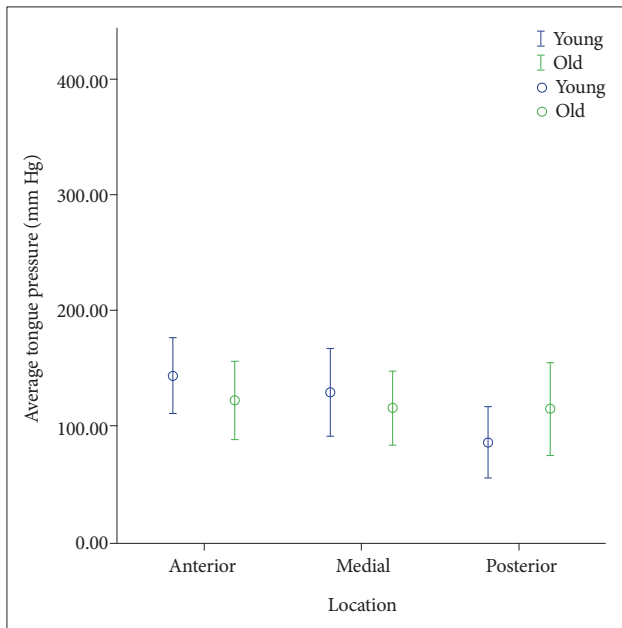


Figure 8. Tongue pressures based on tongue location (anterior vs. medial vs. posterior) during 5 mL water swallow between young and old adults.

87.70 ± 65.53 mm Hg였고, 노년층의 혀 전방 압력은 124.25 ± 72.59 mm Hg, 혀 중간 압력은 117.45 ± 68.32 mm Hg, 혀 후방 압력은 116.55 ± 84.98 mm Hg였다(Table 3, Figure 8).

집단과 별브 위치에 따른 차이를 살펴보기 위하여 혼합 이원 분산분석을 실시한 결과, 집단(노년층 vs. 청년층)에 따라 유의한 차이를 보이지 않았고[F(1, 38) = 0.013, $p = 0.911$], 집단과 별브 위

Table 4. Dysphagia Handicap Index between young and old adults

	Young (n = 20)		Old (n = 20)		<i>p</i> -value
	Mean	SD	Mean	SD	
Total	4.05	3.15	10.35	10.75	0.012*

* $p < 0.05$. SD: standard deviation

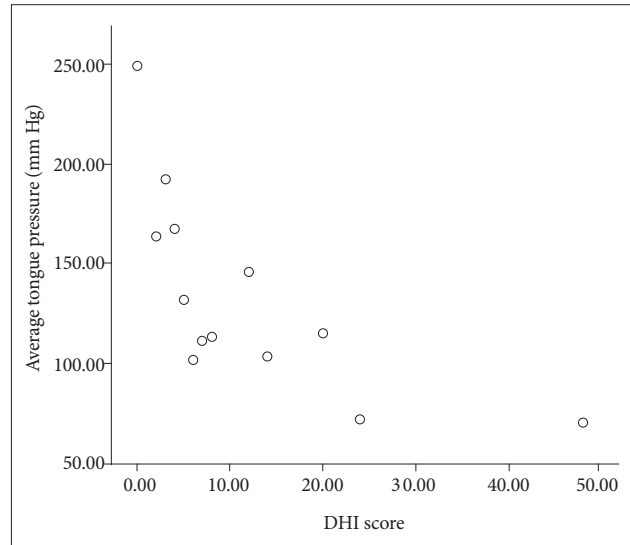


Figure 9. Relationship between DHI and tongue pressure during dry swallow in old adults. DHI: Dysphagia Handicap Index.

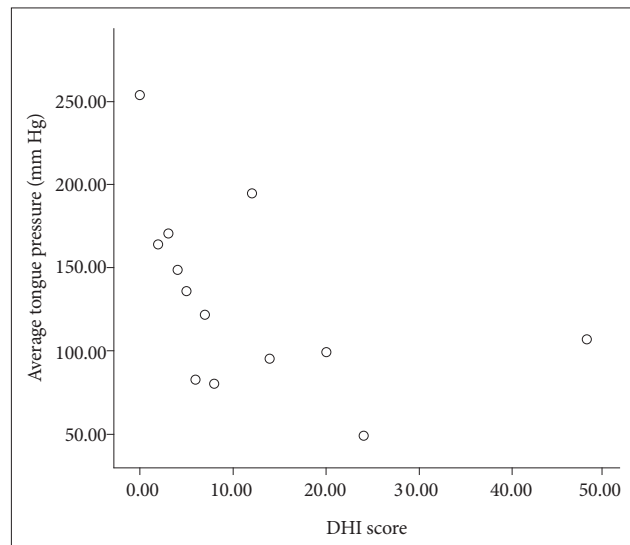


Figure 10. Relationship between DHI and tongue pressure during water swallow in old adults. DHI: Dysphagia Handicap Index.

치 간 상호작용은 없었으며[F(2, 76) = 1.810, $p = 0.171$], 별브 위치 (전방 vs. 중간 vs. 후방) 간 유의한 차이를 보이지 않았다[F(2, 76) = 2.778, $p = 0.068$].

혀압력과 DHI 간의 상관성

청년층과 노년층의 삼킴장애지수는 각각 4.05, 10.35였으며

두 집단 간에 유의한 차이를 보였다($p = 0.012$) (Table 4). 마른 삼킴 시 노년층에서는 혀압력과 삼킴장애지수 간에 통계적으로 유의한 음의 상관성을 보였다($r = -0.476, p = 0.034$) (Figure 9). 다시 말해서, 삼킴장애지수 값이 높을수록(즉, 삼킴장애가 심할수록) 혀압력이 약하였다. 한편, 물 삼킴 시 노년층의 혀압력과 삼킴장애지수 간에는 통계적으로 유의한 상관성을 보이지 않았다($r = -0.283, p = 0.226$) (Figure 10).

DISCUSSIONS

건강한 노인층에서도 신체 다른 근육과 마찬가지로 노화로 인해 혀 근육의 구조와 기능이 변화하는 근육감소증(sarcope-nia)이 나타난다(Robbins et al., 2005). 특히 혀 근력이 감소되면(Hara et al., 2018), 삼킴 기능이 원활하지 못하고, 그로 인하여 영양실조 등을 유발한다(Namasivayam-MacDonald et al., 2017). 따라서, 본 연구에서는 우리나라 노년층의 구강 삼킴 동안 혀의 근력을 평가하기 위해 혀압력 측정계를 사용하여 혀압력을 측정하여, 청년층과 비교함으로써, 노년층의 혀 기능에 대한 객관적 지표를 제공하고자 하였다. 특히, 마른 삼킴과 물 삼킴 과제 간, 그리고 혀의 별브 위치에 따라 혀압력의 차이를 보고자 하였다.

본 연구에 확인된 혀압력 결과는 크게 네 가지 측면(과제 유형, 연령 요인, 혀의 별브 위치, 삼킴장애지수와와의 관련성)에서 논의해 보고자 한다. 첫 번째 논의점으로는 혀압력 측정을 할 때에 과제 유형에 따른 수행력, 즉, 최대혀압력, 음식 삼킴, 마른 삼킴 등에 따른 결과 차이를 살펴볼 필요가 있다는 것이다. 최대한의 노력으로 경구개 쪽으로 혀를 밀어내는 정적 수축(isometric) 상태, 즉 ‘혀를 입천장에 댈 수 있는 대로 힘주어 대보 세요’라는 지시사항을 주게 되는 ‘최대혀압력’ 측정은 자연스럽 게 음식물(예: 물, 주스)을 삼키는 ‘액체 삼킴’이나 음식덩이 없 이 침만을 삼키는 ‘마른 삼킴’과는 그 결과에 차이가 있다. 여러 연구들이 동일한 연구 내에서 최대혀압력과 삼킴 시 혀압력을 동시에 측정한 결과, 최대혀압력이 삼킴 혀압력보다 일관적으로 높은 것으로 보고했다(Nicosia et al., 2000; Robbins et al., 2016; Youmans et al., 2009). 본 연구에서 ‘마른 삼킴’ 과제는 ‘물 삼킴’보다 더 높은 혀압력을 나타냈다. Fei et al.(2013)의 연구에서도 보통 노력의 ‘마른 삼킴’이 ‘물 삼킴’보다 혀압력이 높은 것으로 보고된 바 있다. 또한, 삼킴 과제 내에서도 어떠한 유형의 음식덩이(bolus), 그리고 어떠한 양을 사용했는가에 따라 혀압력이 달라지는 것을 확인할 수 있다. 예컨대, 액체나 반고형 식 등으로 서로 다른 유형의 음식이 사용되기도 하며, 같은 액체라 할지라도 점도(예: 묽은 액체, 진한 액체)나 양(예: 3 mL, 5 mL, 10 mL)이 서로 다른 음식덩이를 제시한다. Youmans et

al.(2009)은 여러 점도의 액체에 대한 연구를 진행하였는데, 넥타와 같은 진한 액체나 진한 사과 주스를 삼킬 때가 묽은 액체(5 mL와 10 mL 물)를 삼킬 때보다 유의미하게 높은 혀압력의 특성을 보인다고 하였다. 반고형식 역시 액체 삼킴에 비하여 높은 혀압력을 보였다(Nicosia et al., 2000).

두 번째 논의점인 연령 요인은 과제에 따라 다르게 작용한다는 점이다. 구체적으로 ‘최대혀압력’ 과제에서는 연령 요인이 나타나는 것이 일관적인 연구 결과이다(Nicosia et al., 2000; Robbins et al., 2016; Youmans et al., 2009). IOPI를 이용하여 21~96세 연령 범위의 99명의 건강한 성인들을 대상으로 조사한 선행연구에서 연령이 증가할수록 저하된 최대혀압력 수행력이 관찰되었는데, 특히 79세 이상의 노인집단에서 유의하게 저하되었다(Crow & Ship, 1996). Song(2014) 역시 IOPI를 이용하여 청년집단 55명, 중년집단 43명, 노년집단 38명을 대상으로 최대혀압력을 측정한 결과, 노년집단은 청년집단이나 중년집단에 비해 최대혀압력이 유의하게 낮았다.

그런데, 음식을 사용한 삼킴 과제 내에서 연령 효과는 음식덩이의 유형에 따라 달리 나타났다. 노년층의 혀압력이 청년층에 비하여 낮은 삼킴 혀압력을 나타낸 것은 묽은 액체에서가 아니라, 5 mL 혀니, 10 mL 혀니, 쫄레였다(Youmans et al., 2009). 반면에, Nicosia et al.(2000)은 DSW의 3개 별브를 이용하여 10명의 노년층(평균 연령 81세)과 10명의 청장년층(평균 연령 51세)에서 서로 다른 음식덩이(3 mL 반고형식, 3 mL 묽은 액체, 10 mL 묽은 액체)의 삼킴 혀압력을 측정하였다. 그 결과, 모든 음식덩이에서 노년층과 청장년층 두 집단 간의 차이를 보이지 않았다. 15 mL 물 삼킴에서도 연령군 간(노년층 60~69세 vs. 청년층 20~39세) 차이가 관찰되지 않았으며(Youmans et al., 2009), 본 연구에서 측정한 5 mL 물 삼킴 혀압력 역시 노년층과 청년층 간에 차이가 없었다. 이에 따라, 노화가 진행되더라도 물 삼킴이나 반고형식 삼킴에 필요한 혀압력은 유지되는 것으로 판단된다. 이처럼, 노화에 따라 최대혀압력이나 진한 액체 삼킴 압력이 저하되기는 하나, 물 삼킴 혀압력에는 변화가 없다는 것은 높은 삼킴 혀압력을 요구하는 음식덩이에서 노년층의 혀압력 수행력이 저하되며, 혀의 예비압력(pressure reserve)이 감소한다는 것을 의미한다(Nicosia et al., 2000).

침만을 삼키게 하는 ‘마른 삼킴’ 과제 내에서 연령층에 따른 혀압력 차이를 살펴보면, 본 연구에서는 노년층(60~65세)이 청년층(20~26세)보다 마른 삼킴의 혀압력이 유의하게 낮았다. 이와는 대조적으로, 한 선행연구에서는 60세 이상의 노년층은 40세 이하의 청년층(18~40세)과 비교하여 마른 삼킴의 혀압력 차이를 보이지 않았다(Fei et al., 2013). 이러한 차이는 같은 연령대의 대조군이라 할지라도 그들의 정적 수축의 최대혀압력이 서로 다를 수 있으므로, 연령 자체가 삼킴 압력에 영향을 미치

는 변인은 아닐 수 있다고 하였다(Fei et al., 2013). 한편, 본 연구에서와 같이 ‘마른 삼킴’ 과제에서 연령 집단별 차이를 보인 것은 음식덩이이라는 압력이나 감각 피드백이 구강 내 작용하는지 여부에 따른 수행력 차이에 기인할 수 있다. 즉, 노년층은 구강 내 감각 기능, 특히 혀 촉각 예민감(lingual tactile acuity)이 저하됨에 따라(Steele et al., 2014) 음식덩이로부터의 압력이나 감각 피드백으로 인한 정보가 적어지는데, 특별히 외부 자극의 정도가 부족한 ‘마른 삼킴’ 과제에서 내재된 예비압력이 불충분한 상태에서는 압력을 잘 형성하지 못하는 것으로 판단된다. 이처럼, ‘마른 삼킴’ 과제가 노년층의 삼킴 혀압력의 저하를 확인해 줄 수 있는 민감한 과제라는 사실은 진단이 정확치 않거나 질환이 두드러지지 않은 전 임상적 단계의 질환이 없는 노인을 평가할 때에 음식으로 인한 흡인의 잠재위험이 적은 마른 삼킴 과제를 적극적으로 사용할 수 있는 근거가 된다고 할 수 있다.

본 연구 결과의 세 번째 논의점으로는 선행연구들에서도 밝혀진 바와 같이(Todd et al., 2013), 혀의 벌브 위치(예; 전방, 중간, 후방)에 따라 혀압력에 차이가 있으며 전방 압력이 후방 압력에 비해 유의하게 높다는 것이다. 특히, 마른 삼킴 동안 청년층에서 관찰되었던 벌브 위치에 따른 혀압력의 차이가 노년층에서는 나타나지 않았다. 즉, 청년층은 마른 삼킴에서 혀의 전방이 중간이나 후방보다 혀압력이 높았으나 노년층에서는 벌브 위치별 차이가 없음으로써 특별히 전방의 혀압력이 노화에 따라 저하되는 것을 알 수 있었다. Robbins et al.(2016) 역시 마른 삼킴 과제에서 노년층(61~82세)의 전방 혀압력이 청년층(21~40세)보다 유의하게 낮은 혀압력을 보고하였다. 반면에, 50~70대의 건강한 성인 16명을 대상으로 실시된 국내 연구(Kang, 2018)에서는 전방 혀압력의 평균은 162.63 mm Hg (SD = 104.31), 중간 혀압력 평균은 147.50 mm Hg (SD = 77.40), 후방 혀압력 평균은 146.88 mm Hg (SD = 54.74)로 나타났으나, 위치별 유의한 차이는 보이지 않았다. 이는 대상군의 연령 범위에서 차이를 보이기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이처럼 혀의 위치별 혀압력에 대한 연구 결과는 구강 단계에서 혀의 기능에 따라 의지적으로 삼킴 기능을 유발하는 데 있어서 평가 및 중재에 중요한 임상적 정보를 제공할 수 있을 것이다(Iguchi et al., 2018).

마지막 네 번째 논의점은 일부 과제에서 객관적 혀압력 측정치와 자가 평가인 삼킴장애지수 간에 관련성이 있다는 것이다. 본 연구에서 노년층은 청년층에 비해 유의하게 높은 삼킴장애지수를 나타냈고, 삼킴 자극 과제에 따라 다른 삼킴장애지수를 보였다. 즉, 마른 삼킴 시 노년층의 혀압력과 삼킴장애지수 간에는 통계적으로 유의한 음의 상관성을 보였는데 삼킴장애지수 값이 높을수록(즉, 삼킴장애가 심할수록) 혀압력이 약한 것으로 확인되었다. 이와는 반대로 물 삼킴 과제에서는 물 삼킴 시

노년층의 혀압력과 삼킴장애지수 간에는 통계적으로 유의한 상관성을 보이지 않아 삼킴 자극 과제에 따라 삼킴장애지수가 달라질 수 있음을 시사하였다.

결론적으로, 본 연구는 국내 청년층과 노년층을 대상으로 서로 다른 삼킴 자극 과제에 따른 혀압력을 측정하였을 뿐 아니라, 혀의 다양한 벌브 위치에 따른 혀압력을 측정한 기초 연구로서 의의가 있다. 본 연구의 제한점으로는 많은 수의 대상자를 포함시키지 못하였으므로, 추후의 연구에서는 좀 더 많은 수의 대상자를 포함하여 연령과 성별에 따른 정상인의 혀압력 차이를 살펴볼 필요가 있다. 또한, 추후에는 다양한 점도를 이용한 삼킴 과제에서 혀압력을 측정하여 비교함으로써 정상적인 노화 과정 및 삼킴장애 진단 및 중재에 적용하기 위한 기초 자료를 마련하는 것이 필요하다. 아울러, 정상인뿐 아니라 다양한 신경학적 환자를 대상으로 벌브 위치에 따른 차이를 살펴보고 신경학적 손상이나 삼킴 단계의 장애와의 연관성을 살펴보는 것이 필요하다. 또한, 본 연구에서는 노인층의 경우 여러 번 침 삼킴이나 느린 삼킴의 움직임을 보였으므로, 추후의 연구에서는 혀 운동성과 관련하여 동적인 시간적 움직임과 운동 패턴에 대한 연구가 확대되어야 할 것이다.

중심 단어 : 삼킴 · 혀압력 · 노화.

Ethical Statement

This study was approved by the Institutional Review Board of Daegu Catholic University (IRB # CUIRB-2018-0018).

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants in Kyungsan-si senior center.

Declaration of Conflicting Interests

There are no conflict interests.

Funding

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and National Research Foundation of Korea (NRF-2017M3C1B6070665).

REFERENCES

- Clark, H. M., Henson, P. A., Barber, W. D., Stierwalt, J. A., & Sherrill, M. (2003). Relationships among subjective and objective measures of tongue strength and oral phase swallowing impairments. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 12(1), 40-50.
- Crow, H. C. & Ship, J. A. (1996). Tongue strength and endurance in different aged individuals. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(5), M247-M250.
- Dantas, R. O., Dodds, W. J., Massey, B. T., Shaker, R., & Cook, I. J. (1990). Manometric characteristics of glossopalatal sphincter. *Digestive Diseases and Sciences*, 35(2), 161-166.
- Fei, T., Polacco, R. C., Hori, S. E., Molfenter, S. M., Peladaeu-Pigeon, M., Tsang, C., et al. (2013). Age-related differences in tongue-palate pressures for strength and swallowing tasks. *Dysphagia*, 28(4), 575-581.
- Hara, K., Tohara, H., Kobayashi, K., Yamaguchi, K., Yoshimi, K., Nakane, A.,

- et. al. (2018). Age-related declines in the swallowing muscle strength of men and women aged 20-89 years: A cross-sectional study on tongue pressure and jaw-opening force in 980 subjects. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 78, 64-70.
- Iguchi, T., Ohkubo, M., Sugiyama, T., Hori, K., Ono, T., & Ishida, R. (2018). Effects of water viscosity and tongue ingestion site on tongue pressure during food bolus propulsion. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(5), 371-377.
- Kang, B. M., Kwon, H. C., Kim, H., & Cho, Y. N. (2013). Effect of orofacial exercise on the swallowing function of stroke patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 21(1), 57-69.
- Kang, Y. (2006). A normative study of the Korean Mini-Mental State Examination (K-MMSE) in the elderly. *Korean Journal of Psychology: General*, 25, 1-12.
- Kang, Y. M. (2018). Characteristics of Dysphagia Handicap Index(DHI), tongue pressure and oro-motor functions in patients with idiopathic Parkinson's disease (Unpublished master's thesis). Daegu Catholic University, Gyeongsan.
- Kim, G. H., Choi, S. H., Lee, K. J., & Choi, C. H. (2014). Dysphagia Handicap Index and swallowing characteristics based on laryngeal functions in Korean elderly. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(3), 3-12.
- Kwon, K. H. (2009). Study of the normal old-aged person's swallowing characteristics. *The Journal of Korean Academy of Dysphagia Rehabilitation*, 1(1), 38-46.
- Lee, K. H., Sim, H. S., & Kim, H. (2005). Tongue strength, range of motion, and speech intelligibility in dysarthric speakers. *Speech Sciences*, 12(2), 89-99.
- Namasivayam-MacDonald, A. M., Morrison, J. M., Steele, C. M., & Keller, H. (2017). How swallow pressures and dysphagia affect malnutrition and mealtime outcomes in long-term care. *Dysphagia*, 32(6), 785-796.
- Nicosia, M. A., Hind, J. A., Roecker, E. B., Carnes, M., Doyle, J., Dengel, G. A., et al. (2000). Age effects on the temporal evolution of isometric and swallowing pressure. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(11), M634-M640.
- Robbins, J., Gangnon, R. E., Theis, S. M., Kays, S. A., Hewitt, A. L., & Hind, J. A. (2005). The effects of lingual exercise on swallowing in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(9), 1483-1489.
- Robbins, J., Humpal, N. S., Banaszynski, K., Hind, J., & Rogus-Pulia N. (2016). Age-related differences in pressures generated during isometric presses and swallows by healthy adults. *Dysphagia*, 31(1), 90-96.
- Song, Y. (2014). Characteristics of maximal tongue and lip strength and tongue endurance scores according to age and gender in healthy Korean adults. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(2), 97-106.
- Steele, C. M., Bailey, G. L., & Molfenter, S. M. (2010). Tongue pressure modulation during swallowing: Water versus nectar-thick liquids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(2), 273-283.
- Steele, C. M., Hill, L., Stokely, S., & Peladeau-Pigeon, M. (2014). Age and strength influences on lingual tactile acuity. *Journal of Texture Studies*, 45(4), 317-323.
- Todd, J. T., Lintzenich, C. R., & Butler, S. G. (2013). Isometric and swallowing tongue strength in healthy adults. *The Laryngoscope*, 123(10), 2469-2473.
- Yamaya, M., Yanai, M., Ohru, T., Arai, H., & Sasaki, H. (2001). Interventions to prevent pneumonia among older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(1), 85-90.
- Yoshikawa, M., Yoshida, M., Tsuga, K., Akagawa, Y., & Groher, M. E. (2011). Comparison of three types of tongue pressure measurement devices. *Dysphagia*, 26(3), 232-237.
- Youmans, S. R., Youmans, G. L., & Stierwalt, J. A. (2009). Differences in tongue strength across age and gender: Is there a diminished strength reserve? *Dysphagia*, 24(1), 57-65.